

УДК 53

Абдикамалов Бахтияр Абдиразакович

профессор кафедры «Физики»

Тагаев Марат Баймуратович.,

доктор технических наук

профессор, заведующий кафедрой «Физики»

Статов Виктор Анатольевич.

кандидат физико-математических наук

старший научный сотрудник

Бекбергенов Сапарбай Ерназарович,

кандидат физико-математических наук

доцент

Каракалпакского государственного университета им. Бердаха

г. Нукус, Республика Узбекистан

**ВЛИЯНИЕ ГАММА РАДИАЦИИ НА ВОЛЬТАМПЕРНУЮ
ХАРАКТЕРИСТИКУ ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫХ СТРУКТУР
МЕТАЛЛ-ПОЛУПРОВОДНИК С МИКРОРЕЛЬЕФНОЙ ГРАНИЦЕЙ
РАЗДЕЛА**

Аннотация

Работа посвящена результатам исследования радиационных обработок барьеров Шоттки с микрорельефной границей раздела. Показано изменение электрофизических параметров, проявляющееся в эволюции вольтамперных характеристик с нарастанием дозы облучения. Анализ ВАХ с помощью эквивалентной схемы, учитывающей все составляющие токопрохождения и наличие сопротивления подложки, показывает большую устойчивость микрорельефных структур к радиационным обработкам

Ключевые слова: Барьер Шоттки, арсенид галлия, микрорельефная граница, вольтамперная характеристика, гамма-излучение.

Abdikamalov Bakhtiyor Abdirazakovich

Professor, Department of Physics

Tagaev Marat Baimuratovich.,

Doctor of Technical Sciences
Professor, Head of the Department of Physics
Statov Victor Anatolyevich.

candidate of physical and mathematical sciences

Senior Researcher
Bekbergenov Saparbay Yernazarovich,
candidate of physical and mathematical sciences

docent
Karakalpak State University named after Berdakh
Nukus, Republic of Uzbekistan

INFLUENCE OF THE GAMMA IRRADIATION ONTO IV CURVE OF THE SURFACE BARRIER METALL-SEMICONDUCTOR STRUCTURES WITH MICRO-TEXTURED INTERFACE

Annotation

The paper concerns the results of the study of radiation treatment of Schottky's barriers with a micro relief interface. Changes in electrophysical parameters manifested in the evolution of volt-ampere characteristics with increasing radiation dose are shown. The analysis of IV curve by using the equivalent scheme and taking into account all the canals of charge transfer and the presence of substrate resistance shows a higher resistance of micro-textured structures to radiation treatment.

Key words: Schottky barrier, gallium arsenide, microrelief border, current-voltage characteristic, gamma radiation.

Как известно микрорельефные поверхности полупроводников используются в оптоэлектронике и специальной электронной технике с целью повышения эффективности поглощения света и увеличения чувствительности фотоприемников и коэффициента полезного действия солнечных элементов. Более того, периодически профилированные поверхности являются элементной базой новой отрасли прикладной науки, а

именно поляритонной оптоэлектроники, поскольку возбуждение электромагнитных волн возможно лишь на неплоских поверхностях и на границах раздела (ГР) [1, 2]. Поэтому дальнейшие изучение взаимодействия света с неплоскими поверхностями полупроводников и влияние кривизны поверхности на другие её свойства являются актуальным. Это в свою очередь относится к радиационным эффектам в полупроводниках и в особенности в структурах металл-полупроводник [3, 4].

Кроме того, следует отметить, что микрорельефная поверхность используется как пассивный элемент полупроводниковой структуры и значительно реже как активная граница раздела создающая барьерный контакт. Влияние же неплоскости этой границы поверхности на барьерных структурах (ПБС) на основе металл-полупроводник, как показано в работе [5,6] является довольно сложным. Это особенно относится к радиационному поведению ПБС с микрорельефной ГР.

В нашей работе проведено экспериментальное исследование влияния, проникающего гамма излучения изотопа ^{60}Co на вольтамперную характеристику ПБС Au-GaAs, микрорельефные ГР которых приготовлены способом влажного анизотропного травления. Геометрическая структура поверхности (её морфология) детально исследовалась с помощью сканирующего микроскопа атомных сил. Это позволило количественно описать структуру поверхности, что, в свою очередь, способствовало адекватному описанию особенностей ВАХ микрорельефных ПБС. Заметим, что приведенные в работах [7-10] результаты по влиянию микрорельефа поверхности на эффект радиационно-стимулированного упорядочения далеко не исчерпывают проблемы хотя бы потому, что там был исследован лишь диапазон малых доз радиации, где обычный радиационный дефект еще не превалирует.

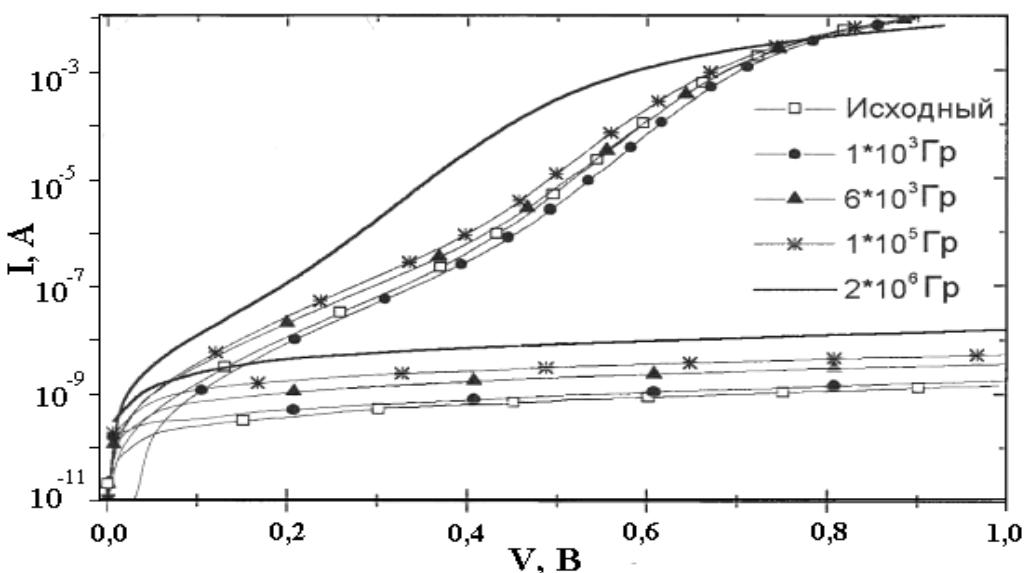


Рис.1. Прямые и обратные ветви ВАХ диодом в барьерах Шоттки Au-GaAs с микрорельефной границы раздела: исходные и облученные гамма квантами ^{60}Co до доз 10^3 , $6 \cdot 10^3$, 10^5 , $2 \cdot 10^6$ Гр соответственно.

Типичные ВАХ до и после облучения показаны на рис.1. При анализе ВАХ учитывались:

- 1). Ток термоэлектронной эмиссии, определяемой высотой барьера;
- 2). Термополевой ток, вклад которого при комнатной температуре для данного уровня легирования равносителен снижению высоты барьера на 0,02 эВ, и его дополнительная составляющая за счет усиления поля на участках микрорельефа с малым радиусом кривизны.
- 3). Ток рекомбинации в приконтактной области пространственно заряда (ОПЗ), определяемой величиной времени жизни носителей заряда в ОПЗ;
- 4). Ток утечки, задаваемой величиной шунтирующего сопротивления;
- 5). Ограничение тока последовательным сопротивлением;
- 6). Наличие промежуточного слоя и поверхностных состояний на ГР, приводящее к увеличению параметра фактора идеальности $n > 1$ в экспоненциальной зависимости прямого тока от напряжения.

Таким образом, интерпретация вольтамперных характеристик барьеров Шоттки с микрорельефной границей, используя эмпирическую модель токопрохождения на основе эквивалентных схем показало, что барьерные характеристики микрорельефной ГР структур металл (Au)-GaAs изменяются

незначительно в результате облучения гамма квантами вплоть до дозы $5 \cdot 10^6$ Гр. Область «малых» улучшающих параметры барьерных структуры доз сужена (до $\Phi \leq 10^3$ Гр) по сравнению с плоскими структурами. Мы считаем, что наблюдаемый эффект объясняется большим структурным совершенством образцов с микрорельефной поверхностью, изготовленной методом химического анизотропного травления, поскольку в первую очередь удаляются более дефектные участки поверхности кристалла, возникшие при химико-механической обработке пластин, особенно полировки.

Кроме того, что при малых дозах облучения на микрорельефных поверхности-барьерных структурах на основе арсенида галлия наблюдается увеличение эффективной высоты барьера Шоттки и времени жизни неосновных носителей заряда, а также уменьшение фактора идеальности, что может быть связано с интенсификацией процессов радиационного геттерирования на развитой по сравнению планарной границей раздела. В интервале доз 10^3 - 10^5 Гр параметры исследуемых структур изменяются несущественно.

Использованные источники:

1. Dmitruk N.L., Mamykin S.V., Rengevych O.V. Formation, geometric and electronic properties of microrelief Au–GaAs interfaces //Applied Surface Science. 2000 V. 166, I. 1–4, p.97-102
2. Dmitruk N.L., Korovin A.V., Borkovskaya O.Yu., Dmytruk A.M., Mamontova I.B., Mamykin S.V. Plasmonic photovoltaics: Self-organized metal nanowires on the solar cell surface/interface//Proceedings of the 27th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. 2012 p.408-411
3. Венгер Е.Ф., Дмитрук Н.Л., Яструбчак О.Б. Дифракционные решетки на поверхности полупроводников и их использование в поляритонной оптоэлектронике. // Оптоэлектроника и полупроводниковая техника. - 1997. - Вып.32. - С.116-138.
4. Борковская О.Ю., Дмитрук Н.Л., Конакова Р.В., Литовченко В.Г., Тхорик Ю.А., Шаховцов В.И. Эффекты радиационного упорядочения в слоистых

структурах на основе соединений A^3B^5 . Препринт № 6. - Киев: ИФ УССР. - 1986. -68 с

5. Борковская О.Ю., Горбач Т.Я., Дмитрук Н.Л., Мищук О.А. Влияние микрорельефа поверхности на электрофизические характеристики в контакте металл–полупроводник с барьером Шоттки. Фотоэмиссионные характеристики. // ФТП. - 1989. - 23. - № 12. - С.2113-2117.
6. Борковская О.Ю., Горбач Т.Я., Дмитрук Н.Л., Мищук О.А. Влияние микрорельефа поверхности на электрофизические характеристики в контакте металл–полупроводник с барьером Шоттки. Вольтамперные характеристики контакта. // Электронная техника. Сер. 2. Полупроводниковые приборы. - 1989. - Вып.5. - С.50-55.
7. Браиловский Е.Ю., Конозенко И.Д. О дефектах, вводимых в GaAs *n*-типа при облучении γ -квантами ^{60}Co . // ФТП. - 1968. - 2. - № 11. - С.1620-1622.
8. Belyaev A.E., Breza J., Venger E.F., Veseli M., Illin I.Yu., Konakova R.V., Liday J., Lyapin V.G., Milenin V.V., Prokopenko I.V., Tkhonik Yu.A. Radiation resistance of GasAs-based microwave Schottky-barrier devices. Kiev: Interpress Ltd. 1998. 127 p.
9. Belyaev A.E., Venger E.F., Ermolovich I.B., Konakova R.V., Lytvyn P.M., Milenin V.V., Prokopenko I.V., Svechnikov G.S., Soloviev E.A., Fedorenko L.I. Effect of microwave and laser radiations on the parameters of semiconductor structures. Kiev: Intas. 2002. 191 p.
10. Danilchenko B. Budnyk A., Shpinar L., Poplavskyy D., Zelensky S.E., Barnham K.W.J., Ekins-Daukes N.J. 1 MeV electron irradiation influence on GaAs solar cell performance// Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 2008. V. 92, I. 11, p. 1336-1340